

Classificação da Barragem de Rejeito B4 e os impasses ambientais devido a uma hipotética ruptura dessa estrutura para a Estação Ecológica de Arêdes – Itabirito (MG)

Carla Cristina Gonçalves

Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Brasil, carlacarlita222@yahoo.com.br

Waldyr Lopes Oliveira Filho

Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Brasil, waldyr@em.ufop.br

RESUMO: As Unidades de Conservação (UCs) são áreas destinadas à preservação dos sistemas naturais e são submetidas a leis de proteção especiais. São espaços territoriais que visam à manutenção dos serviços ecossistêmicos e compatibilizam o desenvolvimento social e econômico com o uso sustentável dos recursos naturais. Neste contexto, a Estação Ecológica de Arêdes, situada no município de Itabirito - MG é uma Unidade de Conservação de Uso Integral, criada em 2010, em uma região de importantes depósitos minerais, despertado o interesse das empresas mineradoras instaladas ao seu redor. Neste trabalho fez-se a classificação da barragem de rejeito B4, pertencente à mineração Herculano inserida dentro da Estação Ecológica de Arêdes, baseado em informações de relatório cedido pela Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), órgão no estado de Minas Gerais, responsável pela classificação das barragens de contenção de rejeito e armazenamento de água. Considerando um cenário de riscos no vale a jusante da barragem de rejeito B4, através da utilização de um Modelo Digital de Elevação de Terreno (MDT), criado pelo software ArcGis 10.0, foi possível determinar uma área de inundação provocada por uma possível onda de inundação oriunda de uma ruptura hipotética da barragem de rejeito na Estação Ecológica de Arêdes. A utilização do MDT serviu como uma ferramenta para planejar o mapeamento e realizar a avaliação de risco para essa estrutura. Os resultados obtidos permitiram delimitar áreas inundadas e quantificar a perda de flora no vale à jusante da barragem, identificando os principais impactos ambientais no relevo local e nos córregos a jusante da barragem.

PALAVRAS-CHAVE: ArcGis, Barragem de Rejeito, Classificação de barragens, Estação Ecológica de Arêdes, Impacto Ambiental, Unidade de Conservação.

1 INTRODUÇÃO

O aumento dos impactos ambientais está diretamente relacionado ao elevado crescimento populacional e econômico da sociedade, seguido de um desordenamento que intensifica esses efeitos. A garantia da manutenção da qualidade da biodiversidade *in situ* é assegurada pela criação de Unidades de Conservação (UCs) como uma ferramenta indispensável para a preservação da diversidade biológica e recursos naturais.

No Brasil, as Unidades de Conservação são criadas pelo poder público instituído pela Lei do Sistema Nacional de Unidades de

Conservação da Natureza – SNUC (Lei nº 9.985, de 18/07/2000). Segundo a Lei nº 9.985 (2000), entende-se como unidade de conservação um espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção. Através da Lei do SNUC foram criadas duas categorias de UCs: as de Uso Sustentável e de Uso Integral, cada qual com seu papel e objetivos definidos.

Na gestão das UCs, além dos problemas ambientais, têm-se dificuldades no campo social, econômico e político, o que gera conflitos entre as populações locais e ações dos responsáveis pela sua gestão (BRITO, 2008). Nas UCs, surgem também diversos conflitos ambientais relacionados à questão da preservação do patrimônio natural e histórico em áreas de interesse de exploração mineral, o que exemplifica o caso da Estação Ecológica de Arêdes, uma Unidade de Conservação, inserida em região com intensa atividade de mineração, em Itabirito (MG).

A Estação Ecológica de Arêdes apresenta relevantes características ambientais e marcas da exploração minerária localizadas em seu entorno, com ruínas de uma antiga mineração de ouro do século XVIII inserida na área de proteção, constituindo atualmente o Complexo Arqueológico de Arêdes. Inserida na UC, existem duas barragens de rejeito, uma inativa e outra ativa, usadas para a disposição de rejeitos de mineração.

Considerando os aspectos apresentados, o presente trabalho identifica áreas susceptíveis à inundação de uma ruptura hipotética da barragem de rejeito ativa na Estação Ecológica de Arêdes e os principais impactos ambientais negativos na área de inundação. Esta análise pode servir como ferramenta útil para o planejamento da adoção de medidas mitigatórias para as áreas em situação de risco.

O trabalho também busca realizar a classificação das barragens existentes na UC segundo leis estaduais e federais de forma qualitativa, permitindo assim discutir a validade e alcance dessas ferramentas de gestão de segurança.

2 ASPECTOS GERAIS DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE ARÊDES

A Estação Ecológica de Arêdes está localizada no Município de Itabirito – MG como mostrado na Figura 1. A criação da Unidade de Conservação ocorreu devido às gestões do Ministério Público por medidas compensatórias instituídas pelas empresas mineradoras ao entorno da área de proteção.

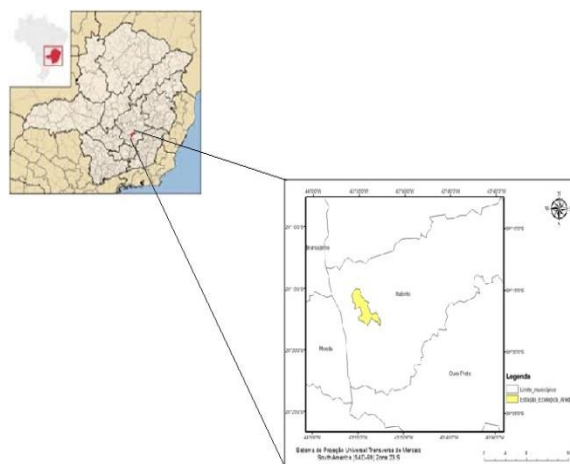


Figura 1. Localização da Estação Ecológica de Arêdes.

A criação da Estação Ecológica de Arêdes aconteceu para efetivar a proteção de uma área já reconhecida por seu valor potencial ambiental em 1976. A localização da barragem de rejeito B4 inserida na Unidade de Conservação justifica-se por estar localizada na gleba rural de propriedade do CETEC (Centro Tecnológico de Minas Gerais), com divisa do terreno de propriedade da empresa Mineração Herculano Ltda. A exata posição geográfica da barragem de rejeito B4 só foi identificada pelo poder público posterior ao assentamento da estrutura nas áreas de proteção. Sendo assim, para permitir o uso da barragem de rejeito em áreas de proteção foi firmado um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) entre a mineradora e o Ministério Estadual, com intervenção do CETEC, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) e Instituto Estadual de Florestas (IEF). Ao final da vida útil da barragem, as terras onde se encontram a estrutura serão devolvidas ao CETEC.

3 CLASSIFICAÇÃO DE BARRAGENS NO ESTADO DE MINAS GERAIS

No estado de Minas Gerais, a Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM) faz o cadastramento e classificação das barragens baseadas no potencial dano ambiental,

segundo as diretrizes estabelecidas pela seguinte legislação: Deliberação Normativa (DN) 87 (COPAM, 2005) e DN 113 (COPAM 2007). O objetivo principal destas leis foi mapear as barragens existentes no estado de Minas Gerais e classificá-las segundo o potencial de dano ambiental em alto, médio e baixo, dentro de um plano de gestão de segurança pelo Estado.

A classificação utilizada pela FEAM é baseada em dois critérios técnicos relacionados às características das estruturas e em três critérios ambientais. Cada critério recebe uma pontuação (V) que varia de zero a quatro, dependendo das características da barragem. O somatório resultante destes parâmetros indicará a classificação do potencial de dano ambiental da barragem, sendo classificada em baixo, médio e alto potencial de dano ambiental (classe I, II ou III, respectivamente).

A Lei federal nº 12.334 de 20/09/2010 estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), tendo como uma das ferramentas de gestão e classificação das barragens pela sua categoria de risco, dano potencial associado e pelo seu volume, com base em critérios gerais estabelecidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídrico (CNRH). O resultado final da análise de cada parâmetro estabelecido pelo CNRH lançado em uma matriz de Categoria de Risco versus Dano Potencial Associado, resultando na classificação das barragens em cinco categorias definidas em A, B, C, D e E, na ordem decrescente de preocupação ou não de um plano de ação emergencial (PAE), e a periodicidade da Revisão Periódica de Segurança da Barragem segundo a PNSB. É importante salientar que essa classificação é feita com base nas informações declaradas pelo próprio empreendedor, que no caso da mineração é estampada no Relatório Anual de Lavra (RAL) referente às barragens de rejeito.

4 METODOLOGIA

As fases seguidas no desenvolvimento do presente trabalho tiveram duas vertentes, uma voltada para a classificação das barragens e

outra para a confecção de mapas de inundação resultantes da ruptura hipotética dessa estrutura. A etapa inicial constituiu na realização da coleta e compilação de dados sobre a barragem de rejeito ativa assentada na UC. Complementar a essa atividade foi gerado o Modelo Digital de Elevação de terreno (MDT) permitindo a elaboração do mapa de áreas susceptíveis à inundação provocada por uma onda de eventual ruptura da barragem.

Os mapas básicos e de Hipsometria são apresentados na escala de 1:50.000, e o mapa das áreas susceptíveis à inundação foi produzido na escala de 1:9.000.

O fluxograma das etapas envolvidas para a confecção dos mapas de inundação é apresentado na Figura 2.

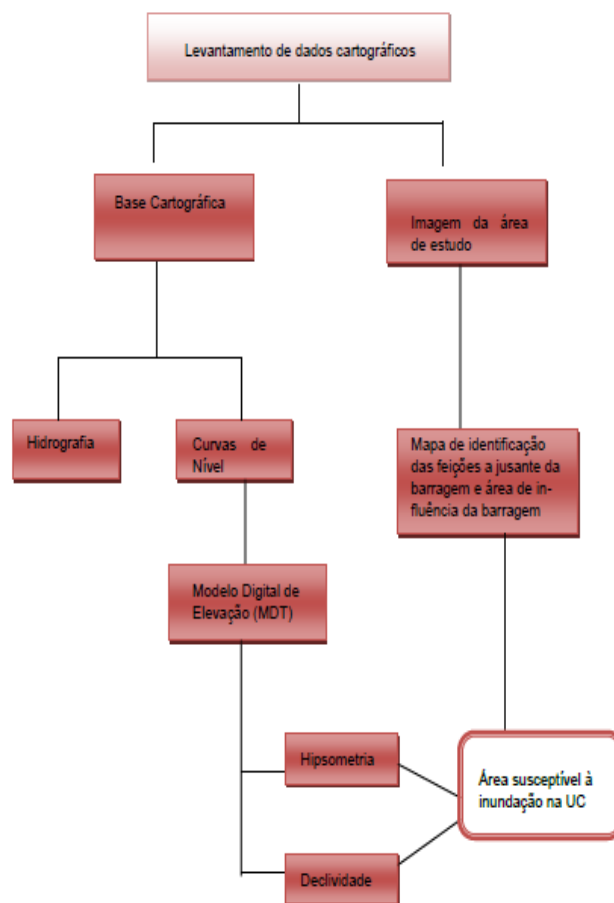


Figura 2. Fluxograma das etapas envolvidas para a confecção do mapa de áreas susceptíveis à inundação. (Fonte: Modificado de Vilaça, 2013)

4.1 Classificação da Barragem de Rejeito

As informações sobre a estrutura para as classificações FEAM e CNRH foram levantadas a partir de relatórios de auditorias realizados desde 2009, cedidos pela FEAM. A fase de análise dos dados e sua utilização para classificação da barragem seguiu critérios das diretrizes estabelecidas pela DN COPAM nº 87 e a CNRH nº 143/2012.

Com a barragem classificada pelas leis do Estado de Minas Gerais e pela União, foram feitas considerações críticas sobre os resultados, e seus impactos na gestão de segurança, lembrando que a utilização da classificação é parâmetro fundamental para a adoção de medidas de monitoramento a serem adotados pelos agentes fiscalizadores da segurança de barragens.

4.2 Produção cartográfica para elaboração do mapa de área susceptível a inundação

O *software* utilizado para a confecção dos mapas foi o ArcGis 10.0. As principais fontes utilizadas foram:

- Topografia com curvas de nível de terreno com equidistância de 20 m, digitalizadas das cartas topográficas 1.50.000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).
- Mosaico de Imagens Georreferenciadas cedidas do projeto Rio Itabirito pela Fundação Gorceix – Ouro Preto (MG).

4.2.1 Mapas Gerados

4.2.1.1 Mapa de hidrografia com localização da barragem de rejeito B4

A hidrografia da área de estudo foi gerada a partir da compilação dos dados da carta topográfica do município em estudo.

4.2.1.2 Mapa Hipsométrico

O mapa foi baseado na criação de um (MDT), gerado a partir da carta topográfica de equidistância das cotas de 20 em 20 metros e posteriormente digitalizadas com equidistância de 10 em 10 metros.

4.2.1.3 Mapa com áreas potencialmente inundáveis

A partir da criação do MDT, foram analisados os valores de elevação das áreas a jusante da barragem e assim, determinados os principais pontos de inundações da onda de rejeito projetada ao longo do talvegue do vale onde está inserido a barragem.

No *software* ArcGis 10.0 foi quantificado a área de vegetação nativa e campos atingidos, e os impactos sobre a flora da Estação Ecológica de Arêdes.

5 RESULTADOS

5.1 Classificação da Barragem B4

As informações coletadas sobre a barragem B4 permitiram determinar a categoria de dano potencial, os riscos associados, e por conseguinte a classificação da barragem dentro da política de segurança de barragem estadual (FEAM) ou federal (CNRH).

5.1.1 Classificação FEAM baseada na DN COPAM nº 87/2005

Baseado na tabela de classificação da DN COPAM nº 87 de 17/06/2005 as pontuações atribuídas para cada parâmetro em análise aparecem na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação da barragem de rejeito DN COPAM nº 87/2005

Altura da Barragem: $H > 30$	Volumen do reservatório: $V_r < 0,5$	Ocupação humana a jusante	Instalações a jusante da barragem	Interesse Ambiental a jusante
V=2	V=0	V=0	V=1	V=1
$\Sigma = 4$				

O somatório resultante da análise da DN COPAM nº 87/2005 foi de $V = 4$. Neste caso, a barragem de rejeito B4 da mineração

Herculano Ltda é classificada como médio potencial de dano potencial, sendo, portanto definida como classe II. Esse resultado foi coincidente com a classificação realizada pela FEAM na mineradora.

5.1.2 Classificação segundo o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)

O resultado da classificação da barragem em estudo é apresentado na tabela 2.

Tabela 2. Classificação da Barragem de Rejeito da Mineração Herculano pelo CNRH.

II.1 CATEGORIA DE RISCO		PONTOS
1	Características Técnicas (CT)	4
2	Estado de Conservação (EC)	0
3	Plano de Segurança de Barragens (PS)	2
PONTUAÇÃO TOTAL (CRI) = CT + EC + PS = 13		
FAIXA DE CLASSIFICAÇÃO	CATEGORIA DE RISCO	CRI
	ALTO	≥ 60 ou EC = 10 (*)
	MÉDIO	35 a 60
	BAIXO	≤ 35
	(*) Pontuação (10) em qualquer coluna de Estado de Conservação (EC) implica automaticamente CATEGORIA DE RISCO ALTA e necessidade de providências imediatas pelo responsável da barragem.	
II.2 DANO POTENCIAL ASSOCIADO		PONTOS
DANO POTENCIAL ASSOCIADO (DPA)		2
	DANO POTENCIAL ASSOCIADO	DPA
	ALTO	≥ 13
	MÉDIO	$7 < DPA \leq 13$
	BAIXO	≤ 7
RESULTADO FINAL DA AVALIAÇÃO:		
CATEGORIA DE RISCO		BAIXO
DANO POTENCIAL ASSOCIADO		BAIXO

De acordo com a Matriz de Categoria de Risco e Dano Potencial Associado à barragem de rejeito B4 foi classificada como classe E (menor preocupação com a segurança), que coincide com a mesma encontrada no cadastro do DNPM com base nas informações autodeclaradas pela empresa Herculano, responsável pela barragem B4.

5.1.3 Discussões sobre as classificações

Os critérios de classificação e a forma como compõe a classificação final das barragens atualmente em vigor no Brasil podem não ser o ideal e precisam ser provados, mas parecem apresentar certa evolução desde a edição da Classificação FEAM mais antiga (2002 a 2005), à classificação do CNRH (2012 a 2012). Entretanto, a classificação através de informações autodeclaradas das empresas mineradoras podem ocasionar dúvidas quanto à veracidade e exatidão e assim não evitar a ocorrência de incidentes e/ou acidentes. Dado o uso que se tem das classificações no planejamento de atividades de vistorias e inspeções pelos órgãos fiscalizadores, o aprimoramento desses instrumentos deve ser uma preocupação constante do legislador.

Na metodologia proposta pelo CNRH percebe-se certa dificuldade com relação à subjetividade dos critérios estabelecidos para a determinação do dano potencial associado. Os pesos atribuídos nas categorias de riscos também poderiam ser revistos. Nesse sentido é significativa a observação realizada pelos Autores de que as barragens classificadas como classe 3 (de maior potencial de ruptura) pela FEAM aparecem na sua maioria como categoria C (potencial de ruptura médio) na classificação CNRH.

Voltando ao caso da barragem de rejeito B4, sua classificação E pelo CNRH não teria exigência por lei de elaboração de um Plano de Ação Emergencial (PAE), e, portanto de mapas de inundação, a menos de uma determinação especial do órgão fiscalizador. Assim, dadas às incertezas das classificações e até das melhores intenções dos legisladores e empreendedores, acredita-se que para o bem da UC deveria ficar a recomendação de elaboração do mapa de inundação de uma eventual ruptura da barragem.

Sabe-se que a elaboração do mapa de inundação é apenas um dos itens solicitados pelo Plano de Ação Emergencial. Outras informações como a modelagem matemática do alcance da onda de cheia, coeficientes de amortecimento do pico da cheia provocada pelo rompimento da barragem, distância a jusante, baseado no volume do reservatório,

tabelas com valores da estimativa de área inundada e velocidade de fluxo com base na natureza e declividade do leito forneceriam subsídios para planejamentos de estudos mais aprofundados e adoção de medidas para minimização de impactos ambientais no vale a jusante da Estação Ecológica de Arêdes. Todas são medidas adicionais que poderiam ser mais bem avaliadas sobre sua pertinência em termos de também comporem as exigências.

5.2 Mapas de Inundação

5.2.1 Mapa de hidrografia com localização da barragem

A Estação Ecológica de Arêdes faz parte da sub-bacia do Ribeirão Mata Porcos, pertencente à Bacia do rio Itabirito.

A barragem de rejeito B4 encontra-se situada em um dos talwegues que formam o Córrego Benevides conforme mostrado na figura 3. O córrego Benevides, deságua no Ribeirão Arêdes, que após um pequeno percurso desemboca no Ribeirão do Silva, um dos importantes afluentes do rio Itabirito.

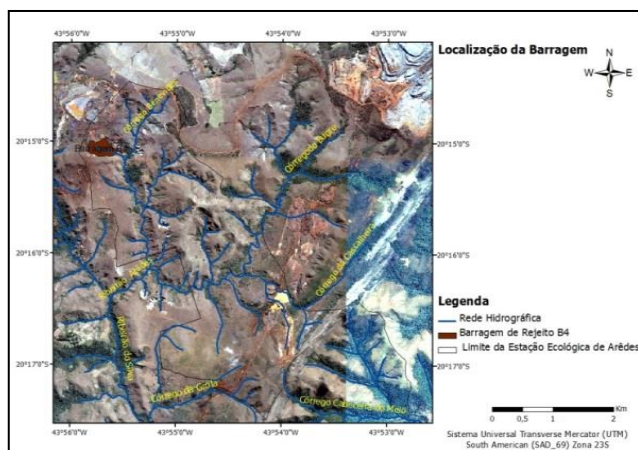


Figura 3. Mapa de Hidrografia e localização da Barragem de Rejeito B4.

5.2.2 Mapa Hipsométrico (MDT)

O mapa hipsométrico da região da UC aparece na Figura 4. Sua análise permitiu identificar a queda de altitudes de noroeste para oeste refletindo a morfologia da rede hidrográfica da região e é nesta queda de valores de altitudes entre 1300 metros e 1200

metros que está instalada a barragem de rejeito em estudo. Esta região está entre uma das mais altas da UC o que propicia a dispersão de uma eventual onda de rejeito no vale a jusante.

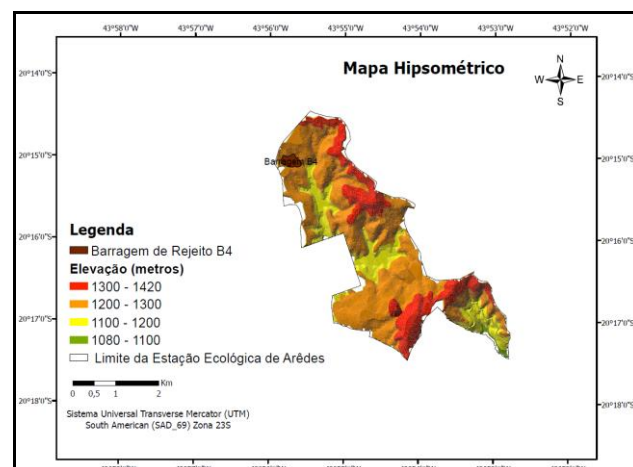


Figura 4. Mapa da declividade da Estação Ecológica de Arêdes.

5.2.4 Mapa de áreas susceptível a inundação

A Figura 5 apresenta o mapa de inundações trazendo informações de possíveis locais em que a polpa de rejeito da barragem tenderia a ocupar com a ocorrência de um evento de ruptura na região. A área determinada susceptível à inundação baseou-se nos locais em que se tinham os menores valores de altitude (1100 metros a 1200 metros) e na declividade do terreno (valores entre 0° e 17° aproximadamente). Essas áreas seriam propícias de alagamento no vale a jusante, ao longo do qual a onda de cheia artificial, provocada por uma hipotética ruptura, tenderia a seguir o caminho natural dos talwegues em direção principalmente ao Córrego Benevides.

Ao longo de todo o talwegue do Córrego Benevides, poderiam se formar depósitos de material assoreado nos pontos de menor declividade. Nesta região ocorreria a perda significativa de pontos bastante conservados dos diferentes estratos arbóreos (dossel, sub-bosque e piso florestal) e no entorno das proximidades dos cursos de água haveria outros danos à flora dada à fragilidade dos estratos arbóreos fechados conservados. Assim a ruptura da barragem e o vazamento dos rejeitos para o vale ocasionaria perdas de

espécies importantes para a manutenção da biodiversidade in situ na Estação Ecológica de Arêdes.

A área estimada da planície de inundação calculada pelo software ArcGis 10.0 foi de 63 hectares, o que representa uma perda significativa de vegetação nativa exuberante para a Estação Ecológica de Arêdes. A quantificação da flora atingida pela eventual ruptura da barragem, foi estimada pelo mesmo programa em cerca de 13,02 hectares de vegetação nativa perdidas, 7,66 hectares de erosões e 42,15 hectares de áreas de campos afetadas com características distintas e importantes com prioridade de preservação. Tendo em conta que o programa faz uma estimativa, vale ressaltar que uma ruptura real da barragem poderia provocar danos ainda maiores.

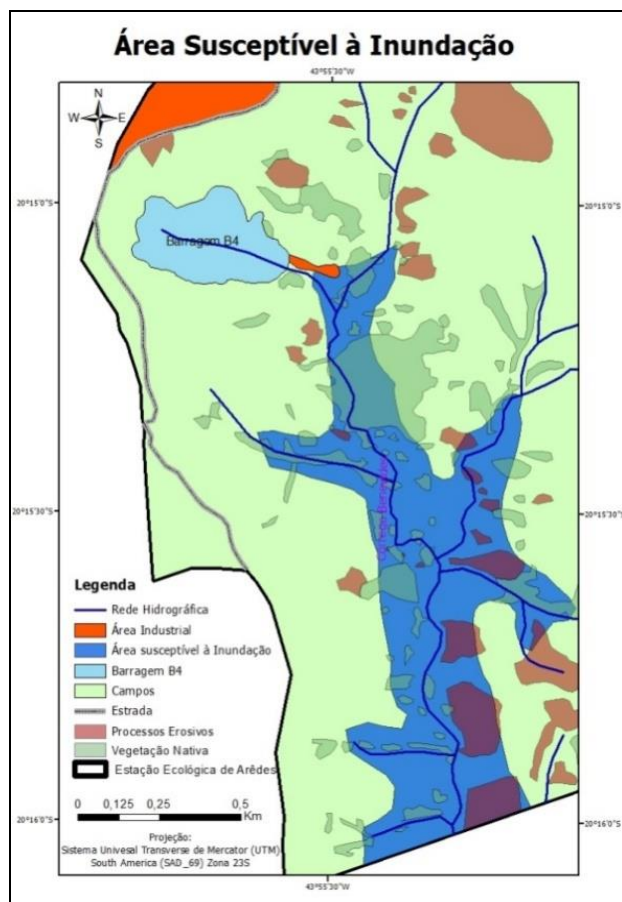


Figura 5. Mapa de Inundação da ruptura hipotética da barragem de rejeito.

Com este cenário, estes córregos demandariam esforços constantes de monitoramentos e processos de controle efetivo para reabilitação e readequação das suas potencialidades.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Estação Ecológica de Arêdes é uma Unidade de Conservação, de uso Integral, criada recentemente, que enfrenta problemas para sua consolidação. A vegetação nativa e característica da região tornam a Unidade de Conservação, como um ponto de interesse ambiental e paisagístico relevante. A presença de estruturas da época da exploração do ouro no século XVII, também torna o local especial para a preservação do patrimônio histórico da mineração em Minas Gerais. Entretanto devido ao contexto em que está inserida, rodeada por atividades mineradoras, inclusive barragens de rejeitos, a Estação Ecológica de Arêdes torna-se vulnerável a estas atividades, tendo que manter suas práticas de gestão e manejo firmes e eficientes para que a prioridade da conservação da biodiversidade e histórica não seja diminuída em relação aos interesses minerários.

A barragem de rejeito B4 em atividade na Estação Ecológica foi classificada tanto pela FEAM como pelo CNRH como estrutura de categoria de dano potencial associado e de riscos baixos. Isso, no entanto, não afasta a preocupação para os gestores da Unidade de Conservação pela presença desta barragem dentro de seus limites. Assim, o trabalho também inclui uma avaliação estimativa das áreas suscetíveis de serem ocupadas pelos rejeitos da barragem caso ela se rompa.

Outro grande impacto ambiental seria o assoreamento do Córrego Benevides e de seus afluentes, comprometendo a qualidade dos recursos hídricos na região. A alteração do regime dos mananciais hídricos pode ser um fator que alteraria os padrões de abastecimento de outros córregos, considerados estratégicos na região (Ribeirão Arêdes), que formam a bacia do rio Itabirito.

Ficam então evidentes os impactos ao ecossistema, com destaque para impactos na flora ribeirinha e nas drenagens naturais, com assoreamentos e mudanças de curso.

Algumas considerações sobre a natureza das classificações de barragens, com eventuais pontos de preocupação para sua determinação são pontuadas como a auto-declaração das informações pelos empreendedores, os pesos atribuídos aos potenciais de risco e sua participação na classificação final, e a não exigência de planos de emergência em certos casos.

Recomenda-se que estudos futuros nesta área de preservação possam incluir um PAE para o vale dentro da reserva devido à presença de barragens. Essa ação deveria ser requerida pelos responsáveis legais pelas práticas de manejo e gestão da Estação Ecológica de Arêdes.

A utilização de geotecnologias apresenta-se como ferramenta de fundamental importância para a tomada de decisões como mostram o uso delas nesse trabalho. As técnicas de mapeamento de áreas inundáveis utilizando modelos digitais de elevação (MDT) permitiram os principais impactos que poderiam ocorrer no ambiente da reserva no evento da ruptura da Barragem B4. Ficou enfatizado o papel da confecção de mapas de inundação como instrumentos para a definição de áreas de riscos.

AGRADECIMENTOS

Agradece-se ao Engenheiro Florestal Luís Fernando dos Santos Clímaco, gestor da Estação Ecológica de Arêdes, pela dedicação e espontaneidade para o fornecimento das informações necessárias para a conclusão deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- BRITO, D.M.C. 2008. *Conflitos em Unidades de Conservação*. PRACS:Revista de Humanidade do Curso de Ciências Sociais UNIFAP. N. 1. Dezembro, 2008. Disponível em: <<http://periodicos.unifap.br/index.php/pracs/article/view/10/n1Daguinete.pdf>>
- Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000. Institui sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm>Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2008. Unidades de Conservação: Conservando a vida, os bens e os ambientais. São Paulo, 2008.
- VILAÇA, T.R.O. 2013. *Caracterização do meio físico do distrito de Antônio Pereira, Ouro Preto (MG): Proposta de zoneamento ecológico – econômico como base para o planejamento ambiental*. Trabalho de Graduação de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Ouro Preto, 2013.